

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **63123893 A**

(43) Date of publication of application: **27.05.88**

(51) Int. Cl.

**C30B 15/36**  
**C30B 29/06**  
**// C30B 15/04**  
**H01L 21/18**

(21) Application number: **61270772**

(22) Date of filing: **13.11.86**

(71) Applicant: **mitsubishi metal  
corp japan silicon co ltd**

(72) Inventor: **KONNO SHOICHI  
ISHIGAMI SHUNICHIRO**

**(54) PRODUCTION OF SILICON SINGLE CRYSTAL**

(57) Abstract:

PURPOSE: To produce the titled single crystal in high efficiency, suppressing the generation of dislocation caused by the lattice strain induced by dopant atom, by dipping a seed crystal in inclined state into molten polycrystalline silicon added with a dopant and pulling up the seed crystal.

CONSTITUTION: A seed crystal is dipped in molten polycrystalline silicon added with a dopant such as Sb in a state inclining the crystal face of the seed crystal from pulling up crystal face (<111> and <100>) of the single crystal to be produced by 0.2W4° and is pulled up from the molten silicon to obtain the objective single crystal.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-123893

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和63年(1988)5月27日  
C 30 B 15/36 8518-4G  
29/06 8518-4G  
// C 30 B 15/04 8518-4G  
H 01 L 21/18 7739-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 シリコン単結晶製造方法

⑯ 特 願 昭61-270772

⑰ 出 願 昭61(1986)11月13日

⑱ 発 明 者 今 野 昭 一 千葉県野田市西三ヶ尾金打314 日本シリコン株式会社野田工場内

⑲ 発 明 者 石 神 俊 一 郎 千葉県野田市西三ヶ尾金打314 日本シリコン株式会社野田工場内

⑳ 出 願 人 三菱金属株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番2号

\textcircled{21} 出 願 人 日本シリコン株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番2号

\textcircled{22} 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

シリコン単結晶製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) ドーパントが添加された多結晶シリコン溶湯に種結晶を浸漬し、次いでこの種結晶を引き上げることにより単結晶を製造するシリコン単結晶製造方法において、

前記引き上げを行なう際に、製造すべき単結晶の引き上げ方向の結晶方位に対して、前記種結晶の同結晶方位を0.2~4°傾斜させることを特徴とするシリコン単結晶製造方法。

(2) 前記ドーパントは、アンチモンであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のシリコン単結晶製造方法。

(3) 前記製造すべき単結晶の結晶方位が<111>および<100>のいずれかであることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載のシリコン単結晶製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 「産業上の利用分野」

本発明は、高濃度のアンチモンをドーブしたシリコン単結晶の製造方法に関する。

## 「従来の技術」

この種の高濃度アンチモンドープされたシリコン単結晶は、エピタキシャルプレーナトランジスタ製造用のシリコン基板として従来から多用されており、例えば0.018Ωcm以下という小さな抵抗率の(111)面シリコンウェハが使用されている。

また一方では、近來のCMOSLSIのパターン微細化に伴い、ラッチアップ対策のために基板上にエピタキシャル層を形成して、このエピタキシャル層を素子活性領域として使用する、いわゆるMOSエピタキシャル技術が広がりつつあり、これに使用される前記基板としても、高濃度のアンチモンやひ素をドーブした抵抗率0.02~0.03Ωcmの(100)面のシリコンウェハが多用される傾向がある。

そして、前記いずれのウェハにおいても、最近では結晶の大口歪化(125, 150  $\mu\phi$ 等)が進み、歩留まりを向上させるために一層完全に近い加転位結晶が強く望まれている。

ところで、これらのように高濃度アンチモンドープした単結晶の製造においては、アンチモンのシリコン中における偏析係数が0.023と他のドーパントに比べて小さいため、前記のような低い抵抗率を達成するには、引き上げ時のシリコン溶湯内におけるアンチモン濃度をかなり高くしなければならない。例えば、抵抗率0.015  $\Omega\text{cm}$ の結晶を引き上げるためには、シリコン溶湯内でのアンチモン濃度を1%程度に高める必要がある。

#### 「発明が解決しようとする問題点」

ところが、アンチモンの4価の共有結合原子半径は、シリコンの1.31倍であるため、アンチモン原子はシリコン原子の格子点に置換して格子歪みを引き起こす性質を持っている。このため、引き上げ時のわずかな刺激によっても、前記格子歪みに起因する転位が生じやすく、これを防ぐた

生産効率を向上することができ、しかも凝結したアンチモンによる転位の発生を防ぐことが可能なシリコン単結晶製造方法を提供することを目的とする。

#### 「問題点を解決する手段」

以上の目的を達成するため、本出願人等は引き上げ条件を種々変化させて実験を繰り返し、以下の知見を得るに至った。

①従来は製造すべき単結晶の引き上げ方向の結晶方位と一致されていた種結晶の結晶方位を、前記単結晶の結晶方位から若干傾斜させて引き上げを行なうと、格子歪に起因する転位が生じにくくなり、その分、従来よりも速く引き上げることができ

る。

②前記傾斜角度が0.2°未満の場合には転位防止効果が得られず、一方4°より大きいと逆に転位を発生させるおそれがある。

本発明は、これらの知見に基づいてなされたものであり、引き上げを行なう際に、製造すべき単結晶の引き上げ方向の結晶方位に対して、前記種

めには、単結晶成長部に刺激を与えないように、他のドーパントを用いた場合の0.7倍程度の速度でゆっくり引き上げなければならない、引き上げに長時間を要し、製造効率が悪いという問題があった。

さらに、シリコン溶湯の温度(1400℃以上)においては、アンチモンは他のドーパントに比べて際立って蒸気圧が高い。このため、引き上げ中に蒸発したアンチモンが炉内壁等に付着し、これがやがて溶湯内に落下し、結晶成長界面に付着して転位を引き起こす原因となる。それを防ぐため、炉内に不活性ガスを流して、アンチモン蒸気を炉外に排出する手段も採られているが、アンチモンの凝結を完全に防ぐには至っていない。したがって、凝結したアンチモンによる転位の発生確率を低下させるためにも、単結晶引き上げ速度を上昇して短時間で製造を完了することが望まれている。

#### 「発明の目的」

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、アンチモンを高濃度にドーパしたシリコン単結晶の

結晶の同結晶方位を0.2°~4°傾斜させることを特徴とする。

#### 「実施例」

次に、実施例を挙げて本発明の効果を実証する。

結晶方位<111>のシリコン単結晶を、1本の晶幹線を含む直径方向に沿って切断し、この切断した両面が(110)面である短冊状単結晶を切り出した。

次いで、この短冊状単結晶を、製造すべき単結晶の引き上げ方位[111]に対して方位[211]方向に1.5°傾斜した線に沿って切断し、角棒状の種結晶を得た。

一方、シリコン多結晶原料を石英ルツボ内に40kg充填し、これを加熱して融解させ、この溶湯にアンチモンを410g(全体の約1%)添加した。次いで、炉内に約40 Torrのアルゴンガスを流しつつ、前記種結晶を溶湯に一定時間浸漬した後、これを上昇させて直径128  $\mu\phi$ の単結晶を引き上げた。その際の引き上げ速度は平均1  $\mu\text{m}/\text{min}$ であり、アンチモン以外のドーパントを用いた場

合と略同等であった。また、引き上げられた単結晶には、結晶尾部まで転位がみられなかった。

一方、前記と同様の手順により、方位[111]から方位[211]方向に3°傾斜した種結晶を製作し、これを用いて、直径156mmφ、抵抗率0.015Ωcmのアンチモンドープ単結晶を引き上げた。その際の平均引き上げ速度は0.9mm/min.であり、単結晶は尾部まで無転位であった。

なお、種結晶の結晶方位を傾斜させるには、この実施例のように種結晶を単結晶から切り出す際に切り出し方向を予め傾斜させる方法に限らず、種結晶を引き上げワイヤに固定するチャックとして、種結晶を傾斜状態に固定できる構造のものをを用いることによっても可能である。

#### 「発明の効果」

本発明のシリコン単結晶製造方法によれば、以下のような優れた効果が得られる。

①種結晶の結晶方位を製造すべき単結晶の結晶方位に対して傾斜させることにより、ドーパント原子による格子歪に起因する転位の発生を抑えるこ

とができるので、その分、単結晶引き上げ速度を上昇することができ、製造効率向上が図れる。

②引き上げ速度を上昇することにより、炉内に凝結したドーパントが溶湯内に落下して単結晶に転位を生じさせる確率を低減することができるので、この点からも単結晶の無転位化が図れる。

出願人 三菱金属株式会社

出願人 日本シリコン株式会社